13 AUTOMAATNE TUVASTAMINE

13.1. Automaatse tuvastamise viisid

Automaatne tuvastamine (*Automatic Identification* – Auto ID) on esemete, inimeste ja toimingute äratundmine tehniliste seadmete abil ja vastavate andmete edastamine andmekogumissüsteemi. Toimingute eesmärk on vähendada ajakulu tuvastamisel ja vigu andmete sisestamisel tarkvarade andmebaasidesse.

Automaatseks tuvastamiseks kasutatakse logistikas ja kaubanduses vöötkooditehnoloogiat, raadiosageduslikku tuvastamise tehnoloogiat ja häältuvastuse tehnoloogiat. Kõige rohkem kasutatakse praegu vöötkooditehnoloogiat, kiiresti on arenemas raadiosageduslik tuvastamine. Häältuvastuse tehnoloogiat kasutatakse ladudes koos kõnejuhitud (hääljuhitud) komplekteerimise meetodiga.

Esemete ja kaupade automaatse tuvastamise tehnoloogiatest kõige tuntum on vöötkooditehnoloogia. See on optiline tehnoloogia, mis põhineb objekti valgustamisel ja peegeldunud valguse mõõtmisel. Optilised meetodid vajavad nn nägemisjoont, st ese, märk või kood peavad olema seadme (skanneri) jaoks otseselt nähtavad. Üldiselt ei ole paberil märki (vöötkoodi) võimalik ümber kirjutada või lisainfoga täiendada. Andmete muutmiseks tuleb genereerida ja trükkida välja uus märgis.

Elektromagnetilised süsteemid ei vaja nägemisjoont ja võimaldavad kahepoolset sidet. Elektromagnetiliste süsteemide puhul identifitseeritakse raadiomärke ehk taage (RFID, *Radio Frequency Identification*). Raadiomärkide tuvastamisel saadab raadiomärk välja oma koodi pidevalt (aktiivne raadiomärk) või RFID lugeja saadetud päringu vastuseks (passiivne raadiomärk).

Need süsteemid võimaldavad andmeid väga kiiresti edastada ning ka kiirestiliikuvaid objekte (nt transpordivahendid) tuvastada. Tehnoloogiat kasutatakse palju transpordis veoühikute ja veovahendite markeerimisel ning parkla- ja läbipääsusüsteemide töös.

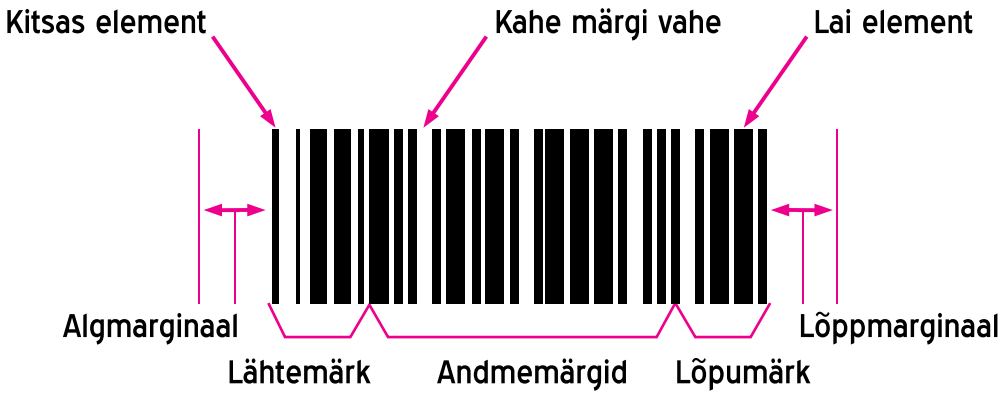
13.2. Vöötkooditehnoloogia

Vöötkooditehnoloogia põhineb andmete salvestamisel eri laiusega mustade triipude ja nende vahede kombinatsioonide abil paberil. Lugemisseadmed koos arvutitarkvaraga suudavad lugeda eri laiusega mustade triipude ja nende vahede kombinatsioonidega edasiantavat numbrilist ja tähestikulist informatsiooni. Teisiti öeldes antakse triipude ja nende vahede kindlaksmääratud kombinatsioonidega edasi vajalikke numbreid ja/või tähti, millest omakorda moodustub inimesele loetav tekst.

Vöötkoodi ehituses on järgmised elemendid:

- alg- ja lõppmarginaal (*quiet zone*) – koodi taustaga sama värvusega ala koodi ees ja lõpus. Marginaalid on vajalikud koodilugejatele, et eristada koodi muust võimalikust informatsioonist paberil;
- lähtemärk (*start character*) ja lõpumärk (*stop character*) – tähistavad koodi algust ja lõppu. Nendest märkidest saavad koodilugejad aru, kus kodeeritud sõnum algab ja kus lõpeb. Tänu nendele märkidele ei ole oluline, kas lugeda koodi vasakult paremale või paremalt vasakule. Oluline on, et loetakse järjest kõik triibud;
- vähemalt üks andmemärk (*data character*).

Lisaks võib koodis esineda funktsioonimärke, kooditabeli tunnuseid, kontrollmärke, vahesid erinevate märkide vahel jne.



Joonis 13.1 Vöötkoodi ehitus

Vöötkoodi iseloomustav mõõt on " X-väärtus" (*X dimension*). See on koodi kitsaima elemendi laius. Koodis on vähemalt kahe laiusega triipe. Laia ja kitsa triibu [laiuse] omavahelist suhet iseloomustab koodisuhe N (*ratio*). Nii elemendi laius kui ka koodisuhe peavad olema konstantsed kogu koodi ulatuses.

Eristatakse jaotatud koode (kahte märki eraldab vahe) ja pidevaid koode, milles üks andmemärk on esitatud mustade triipudena ja teine nende vahedena. Lisaks andmemärkidele, lähte- ja lõpumärgile võib koodis sisalduda turvalisuse suurendamiseks ka kontrollmärk, mis paikneb enne lõpumärki. Dekodeerimisel loeb lugeja kõik märgid, kontrollib nende vastavust kodeerimise algoritmile ja kontrollmärgi õigsust. Infosüsteemi edastatakse üldjuhul vaid andmemärgid.

13.3. Ühe- ja kahemõõtmelised koodid

Vöötkooditehnoloogias jaotatakse koodisüsteemid ühe- ja kahemõõtmelisteks koodideks. Kahemõõtmelisi koode esitatakse nii vöötkoodide kui ka nn maatrikskoodide kujul.

Peamised vöötkoodi tüübid

Maailmas on kasutusel mitmeid vöötkooditüüpe. Levinumad vöötkoodisüsteemid on Code 39, Interleaved 2 OF 5 (I2/5), EAN ja Code 128. Paberil tunduvad need kõik sarnastena, kuid tähelepanelikul uurimisel võib märgata erinevusi. Andmeid sisaldavad nii valged kui ka mustad triibud. Vöötkoodi triibu kõrgus ei ole kodeeritava info suhtes oluline. Põhimõtteliselt piisab lugemiseks kitsast (väikese kõrgusega) triibust, paraku on aga sellise koodi lugemine tehniliselt raskendatud ja eeldab koodilugeja väga täpset koodile suunamist. Vöötkoodi all olevad märgid (numbrid või numbrite ja tähtede kombinatsioon) on mõeldud juhtudeks, mil koodi ei ole võimalik tehniliste vahenditega lugeda.

Code 39

Code 39 võimaldab esitada kõiki numbreid ja tähti. Koodil on lähte- ja lõpumärgid, mistõttu on kood loetav mõlemas suunas. Koodi nimetus tuleneb selle ehitusest. Koodi üks märk koosneb üheksast triibust – viiest mustast ja nende vahele jäävatest neljast valgest triibust. Triipudest kolm on alati laiad.

CODE 39 põhiomadused on järgmised:

- koodi pikkus on vaba. Piirid koodi pikkusele seavad lugemisseadmed. Tavaliselt kasutatakse koode, mille pikkus on kuni 25 märki (max 44 märki);
- kood on isekontrolliv, st koodis on sisemised kontrollmärgid. Vead koodi lugemisel avastab automaatselt lugemisseade. Koodi alustab ja lõpetab tähik (*);
- kahe märgi vahele jääv tühimik ei sisalda andmeid;
- suurim tihedus Code 39-le on 3,7 märki/cm. Praktiliselt kasutatakse tihedust 1–3 märki/cm.

Interleaved 2 OF 5 (I2/5)

Koodisüsteemiga Interleaved 2 OF 5 saab esitada ainult numbreid. Lisaks andmemärkidele on koodis erinevad lähte- ja lõpumärgid ning alg- ja lõppmarginaalid. Koodi nimetus tuleneb selle ehitusest. Kõik andmemärgid on jaotatud paaridesse. Iga paari esimene märk on esitatud mustade triipudena ja teine mustade vahele jäävate valgete triipudena. Seega peab I2/5 koodis sisalduma alati paarisarv andmemärke. Kui arvus on paaritu arv numbreid, lisatakse kodeerimisel esimeseks märgiks "0". Seega muudetakse kodeeritav arv "367" kaheks arvupaariks – "03 67". Tänu sellisele kodeerimisviisile on kood I2/5 väga suure tihedusega. Maksimaalselt mahub pikkusühikule (*toll*) kood, milles on lisaks lähte- ja lõpumärgile arvutuslikult 17.8 andmemärki. Interleaved 2 OF 5 on vöötkoodi tüüpidest kõige suurema infotihedusega.

Interleaved 2 OF 5 põhiomadused on järgmised:

- koodi pikkus on vaba, kuid ühe rakenduse piirides peab märkide arv olema püsiv, et vältida vigu lugemisel;
- koodis on paarisarv andmemärke. Vajadusel lisatakse ette 0;
- kood on isekontrolliv. Vead koodi lugemisel avastab automaatselt lugemisseade. Koodil on erinevad lähte- ja lõpumärgid;
- tegemist on väga tiheda koodiga, mistõttu kasutatakse seda sageli olukordades, kus on koodi tarvis vähe ruumi.

EAN/UPC

EAN/UPC on levinuim vöötkoodisüsteem maailmas. Kood on algselt pärit USA-st, kus kooditüübi nimetus on UPC (*Uniform Product Code*). Kood on välja töötatud tooteartikli (SKU) koodide graafiliseks esitamiseks. Sama laadi kaupade markeerimise süsteem Euroopas on EAN (*European Article Numbering*). Põhiliseks ja praktiliselt ka ainukeseks kasutusvaldkonnaks on neil vöötkoodisüsteemidel kaubandus.

Joonis 13.2 UPC ja EAN koodid

Koodil on kaks vormi – EAN-13 (Ameerikas UPC-A), mis võimaldab esitada 13 numbrit ja EAN-8 (vastav Ameerikas UPC-E), mis võimaldab esitada 8 numbrit.
EAN koodisüsteem võimaldab kodeerida ainult numbreid. Koodi ülesehitus on keerukas. Kood võimaldab esitada 13 või 8 numbrit, seejuures üks numbritest arvutatakse lähtuvalt ülejäänutest. Seega saab kodeerida 12 või 7 numbrit.

Tootekoodid on ette nähtud erinevate kaupade identifitseerimiseks jae- ja hulgikaubanduses. Koodisüsteem on üleilmne ja seda tööd koordineerib EAN International (EAN – *European Article Numbering*). Kõik koodid on ülesehituselt sarnased. Eri riikides juhivad sellealast tegevust rahvuslikud organisatsioonid. Eestis on selleks MTÜ EAN Eesti.

EAN koodi ülesehitus on järgmine:

RRR VVVV TTTTT C

RRR – valmistaja riigi tunnus. Riikide tunnuseid jagab ja registrit peab EAN International. Eesti kood on 474.
VVVV – ettevõtte tunnus. Ettevõtetele jagab koode ja peab registrit rahvuslik organisatsioon.
TTTTT – toote tunnus. Toodete tunnuseid määrab iga kodeerija ettevõte ise. Soovitusi tootekoodide kasutamise osas jagab ettevõtetele EAN rahvuslik organisatsioon. Üldjuhul vajab iga ülejäänutest erinev tooteartikkel erinevat EAN koodi.
C – on kontrollnumber, mis arvutatakse kindla algoritmi alusel eelnevatest numbritest.

EAN-8 on nn lühike kood, mida kasutatakse juhul, kui toote pakendil pole piisavalt ruumi normaalkoodi tarvis. Koodi ülesehitus on järgmine:

RRR TTTT C

RRR – valmistaja riigi tunnus
TTTT – toote tunnus, mille annab rahvuslik kaubakoodi organisatsioon
C – kontrollnumber, mis arvutatakse kindla algoritmi alusel eelnevatest numbritest

Püsivate omadustega toodetele lisaks pakub kaubandus ka ühesuguseid tooteid, mille pakendid erinevad üksteisest. Tihti soovivad kauplused esitada vöötkoodina ka kaalu ja/või hinda. Sellised on muutuva kaalu ja hinnaga tooted. Paljud kaubad on sellised, mille ainuke erinevus on kaal (nt vaakumpakendis juust, kala, liha). Selliste kaalutud ja pakitud toodete korral kujutab iga pakitud kaubaühik endast unikaalset toodet erineva kaalu ja hinnaga. Erijuhtudeks on EAN International broneerinud riigitunnused 20–29. Koodid on mõeldud eeskätt riigisiseseks kasutamiseks ning nende ülesehitus on järgmine:

20 VVV TTT HHHH C — hinna esitamiseks

23 VVV TTT KKKK C — kaalu esitamiseks

Koodide ülesehitus on järgmine:

VVV – ettevõtte tunnus
TTT – toote tunnus
KKKK – kauba kaal
HHHH – kauba hind

Code 128

Code 128 tabel koosneb 106 sümbolist. Lisaks andmemärkidele on koodis neli funktsioonimärki, kolm lähte- ja üks lõpumärk, neli koodivaliku märki ja kontrollmärk. Koodivaliku märgid võivad vahetuda ka koodi keskel. Vöötkoodi rakendus EAN-128 võimaldab tootjal kanda pakendile ka andmeid (tekstiga esitatavat infot) toote omaduste kohta.

CODE 128 heaks omaduseks võib pidada info esitamise tihedust. Kui koodis on rohkem kui neli numbrit, võimaldab kood esitada numbreid paaris. Esimene number paaris esitatakse tumedate triipudena ja teine number vahedena.

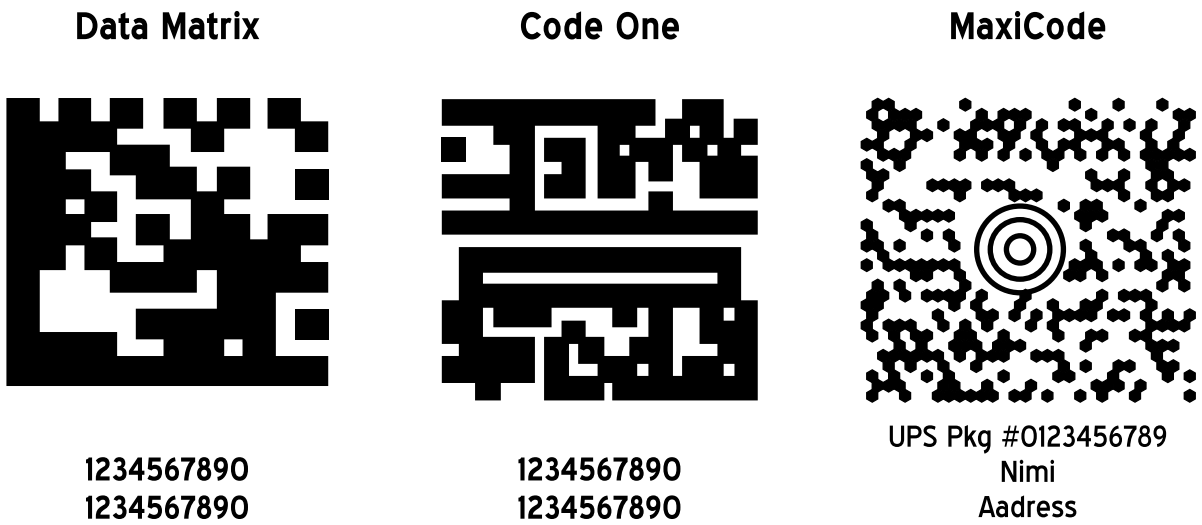
Vöötkoodidel on mitmeid puudusi. Peamine neist on vähene andmete mahutavus. Teoreetiliselt on võimalik kodeerida kuitahes mahukat informatsiooni. Praktikas määravad aga lugemisseadmete tehnilised võimalused kasutatava koodi suurima võimaliku pikkuse.

Teiseks oluliseks puuduseks on vöötkoodi eri asendis loetavuse puudumine suurematel lugemiskaugustel ja -kiirustel (nt sorteerimisliinid). Lugemise hetkel peab lugemiskiir katma kogu koodi, st kood peab olema orienteeritud lugemise hetkel kiire suhtes kindlas asendis (triibud risti skaneerimise triibuga). Mitmesuunalist lugemist võimaldavad süsteemid on kallid ja tihti jääb probleemiks ka andmete piiratud hulk.

Kahemõõtmelised (2D) koodid

Kahemõõtmelised koodid võib jaotada kahte rühma. Esimese rühma moodustavad koodid (nn reakoodid), milles tavapärane vöötkood, mille kõrgus ei sisalda infot, on jaotatud mitmeks kitsaks reaks. Nende koodide lugemine toimub rida-realt ja dekooder järjestab dekodeeritud märgid etteantud algoritmi järgi. Sellisteks koodideks on Code 16K, Code 49, Codablock ja PDF 417. Koodide mahutavus on kuni 1850 tähemärki. Lugemiseks võib kasutada rasterlaserlugejaid (laserlugejad, milles liigutatakse laserkiirt mõlemas suunas) või pildilugejaid.

Teine rühm kahemõõtmelisi koode on nn maatrikskoodid, mille puhul ei ole tegemist vöötidega, vaid ruutudega. Niisugused koodid on loetavad mitmes suunas ja seetõttu vastavad ka rohkem mõistele "kahemõõtmelised koodid". Sellisteks koodideks on Datacode, Matrixcode, Snowflake ja Data Matrix. Lugemiseks saab kasutada vaid pildilugejaid.



Joonis 13.3 Maatrikskoodid

Kahemõõtmeliste koodide peamised eelised tavaliste vöötkoodide ees on järgmised:

- sama kogus infot võtab tunduvalt vähem ruumi ja seetõttu on võimalik koodi paigutada ka väikestele esemetele (nt elektroonikakomponendid);
- tunduvalt suurem info võimalik maht võrreldes vöötkoodiga;
- tänu info mitmekordsele jaotamisele on koodid palju kindlamad kahjustuste vastu, st koodi osalise hävimise korral on kood veel dekodeeritav. See on eriti oluline, sest tavapärase vöötkoodi puhul kirjutatakse info enamasti ka vöötkoodi alla inimesele loetavalt. Kahemõõtmeliste koodide puhul on selline koodi ümberkirjutamine inimesele loetavas vormis andmete suure hulga tõttu praktiliselt võimatu;
- olenevalt koodi tüübist võib lugemine olla võimalik mitmes suunas;
- võimalik lugemiskaugus on kuni 5 m ja lugemiskiirus võib ulatuda kuni 200 koodini minutis (olenevalt koodi tüübist ja kasutatavast tehnikast).

Kahemõõtmeliste koodide kasutamine võimaldab vähendada sõltuvust andmesidest. Kui tavaliselt otsitakse mingi koodi (tunnuse) alusel andmebaasist vajalik info, siis kahemõõtmeline kood võib sisaldada nii suurt hulka infot, et seda pole vaja hankida andmebaasist. Sisuliselt võib

rääkida paberil toimivast andmevahetusest kahe arvuti vahel. Informatsioon liigub arvuti tarkvarale arusaadaval kujul koos toote või saadetisega.

Võimalikke kasutusvaldkondi on kahemõõtmelistele koodidele palju:

- Identifitseerimiskaardid ja -etiketid. Kogu info inimese või eseme kohta on talletatud sellises koodis (nt inimese isikukood, sünniaeg, nimi, foto, sõrmejäljed, postipaki saaja aadress, saatja aadress, seadmete seerianumbrid, tüübid jne).
- Saatelehed, milles kogu info saadetise kohta on talletatud ühte koodi. Kogu partii saabumise sissekanne laoarvestusse tehakse hetkega.
- Ohtlike ainete markeerimine – kogu info hoiutingimuste, ohtlikkuse astme ja sisalduvate ainete kohta on kodeeritud.

Kahemõõtmeliste koodide puhul on soovitatav kasutada standardlahendusi. Nii suudetakse kooditehnikat kõikjal sarnaselt kasutada. Mõned ettevõtted on loonud ka tööstusharusiseseid standardeid.

Kooditüübi valikul peaks arvestama järgmist:

- Kasutamise ulatus. Kui koodi kasutatakse vaid ettevõttesiseselt, saab ettevõte ise määrata, milline kooditüüp kõige paremini vajadustele vastab. Kui kasutus on ulatuslikum, tuleb kooditüübi kasutamine teistega kokku leppida. Ettevõtetevahelise kasutamise puhul tuleb aga lähtuda kehtivatest standarditest. Selliseks süsteemiks on ülemaailmne kaubanduses kasutatav EAN/UPC kaubakood.
- Kodeeritav info – kas ainult numbrid või numbrid ja tähed, või kas on vaja kodeerida pilti? Osa koodisüsteemidest võimaldavad kodeerida ainult numbreid, piltide kodeerimiseks on kindlasti vaja kasutada kahemõõtmelisi koode.
- Kodeeritava info maht ja pind selle esitamiseks. Kui kodeeritavat infot on palju, peaks mõtlema kooditüüpidele, mis võtavad vähem ruumi (2D), ja/või võimaldavad tihedamat kodeerimist (I2/5, Code 128). Neid koodisüsteeme on sobiv kasutada väikeste komponentide markeerimiseks.
- Olemasolev tehnika ja rakendused määravad tihti ka kasutatava kooditüübi. Kui firmas juba on olemas vajalik koodilugemistehnika, siis üldiselt ei valita kooditüüpe, mida need ei võimalda kasutada. Kui rakendus eeldab suurte andmehulkade kodeerimist, peab mõtlema kahemõõtmeliste koodide kasutamisele.
- Pole vaja võtta kasutusele kahemõõtmelisi koode, kui rakendus seda ei nõua.

13.4. Koodilugejad ja -printerid

Vöötkoodi lugemine toimub optiliste seadmetega. Optilise süsteemi põhielemendid on valgusallikas ja tagasipeegeldunud valguse sensor. Valgusallikas suunab valguskiire koodielemendile, millelt suunatakse tagasipeegeldunud valguskiir läätsede abil sensorile. Sensor muudab valguskiired elektrilisteks analoogsignaalideks, mille perioodid sõltuvad vöötkoodielementide laiustest ja amplituudid elemendi toonist. Seejärel analoogsignaal digitaliseeritakse ja saadetakse dekoodrile.

Vöötkoodilugejaid liigitatakse kasutatava tehnoloogia järgi laserlugejateks ja pildilugejateks. Laserlugejate puhul on valgusallikaks laserdiood ehk VLD (*Visible Laser Diode*). Laserdioodi poolt genereeritud valguskiirt liigutatakse võnkuva peegli või pöörleva peegelprisma abil üle koodi. Kasutaja näeb seejuures ühtlast valgusriba, mille järgi saab ta juhtida koodi lugeja lugemisalasse. Tagasipeegeldunud valgus suunatakse valgustundlikule sensorile, mis on kaitstud filtriga, millest pääsevad läbi vaid sobiva lainepikkusega kiired.

Laserlugejad

Laserlugeja valgusallika poolt emiteeritav laserkiir ei ole tervisele ohtliku sagedusega. Laserkiir ei peegeldu peeglisarnastelt pindadelt ega satu tavaliselt ka juhuslikult silma. Siiski tuleb vältida otse laserisse vaatamist.

Pilt 13.1 Laserlugejad

Pilt 13.2 Pildilugeja

Laserlugejad võivad olla nii käsilugejad kui ka statsionaarselt kinnitatavad lugejad. Käsilugejad tavaliselt pidevalt laserkiiri ei väljasta. Laserdiood ja peegelmehhanism hakkavad tööle, kui soovitakse koodi lugeda ja lõpetavad automaatselt töö, kui koodi lugemine on õnnestunud. Kasutaja annab vastava korralduse või on möödunud mingi kindlaksmääratud ajavahemik. Püsipaigutusega lugejad emiteerivad laserkiiri pidevalt või on varustatud anduriga, mis "teatab" lugejale mingi toote ilmumisest lugemisalasse. Püsipaigutusega koodilugejaid kasutatakse tavaliselt supermarketite kassatöökohtadel.

Laserkiirt on võimalik liigutada mitmel eri moel. Näiteks võib kiirt liigutada nii, et kiire teekond moodustab kitsa ellipsi. Selline kiire liigutamise meetod võimaldab lugeda ka mõningate pisivigadega koodi. Kui kiirt liigutatakse horisontaalsihis siksakis, võib kood olla eri kõrgustel. Samuti võimaldab selline kiire liigutamine lugeda kahemõõtmelisi koode. Sama efekt saavutatakse ka siis, kui kiire liigutamise sihti "kõigutatakse" üles-alla. Mõned püsipaigutusega lugejad liigutavad laserkiirt mitmes eri sihis, mille tulemusena tekib kiirtest võrk. Tänu sellisele võrgule võib kood olla lugeja ees eri asendites. Lihtsamal juhul peab vähemalt üks võrku moodustav valgusriba ulatuma täielikult üle koodi. Keerukama, DRX (*Data Reconstruction*) tehnoloogia korral on dekooder võimeline koodi kokku panema erinevate, paralleelselt liigutatavate kiirte loetud koodi osadest. Laserlugejate lugemiskaugus võib olla suur, ulatudes 3–4 meetrini. Lugemiskaugus sõltub peamiselt koodi tihedusest. (*Pilt 13.1*)

Pildilugejad

Pildilugejate puhul on tegemist uue meetodiga vöötkoodide lugemisel. Pildilugeja valgustab valgusdioodidega (LED) loetavat ala. Lugemiseks on lugeja varustatud objektiiviga, mis edastab kujutise valgustundlikule maatriksile. Kui kujutis vastab mingisugusele vöötkoodi algoritmile, see dekodeeritakse ja edastatakse arvutisse. Pildilugejad suudavad lugeda kõiki vöötkooditüüpe. Kuna pildilugejad käsitlevad kujutist, siis suudavad need edastada arvutisse ka pilte. Pildilugejad võivad lugeda koode kuni 60 cm kauguselt. (*Pilt 13.2*)

Vöötkoodilugeja valikul on kõige olulisem ülesanne see, mille täitmiseks lugejat vajatakse. See määrab ära, milliste omadustega peaks lugeja olema. Esimeseks valikukriteeriumiks on lugemiste sagedus – kui tihti on vaja koodi lugeda ja seda arvutisse edastada. Äärmuslikuks tingimuseks on loetavate koodide pidev voog. Sellised kohad on sorteerimisliinid ja toiduainekaupluste kassad tipptunnil. Oluline on hoida kokku aega ja tagada kõikide koodide (toodete) lugemine. Need tingimused eeldavad niisuguste lugejate kasutamist, mis minimeerivad vajaduse liigutada esemeid või lugejat koodide lugemiseks, st kood võib olla orienteeritud lugemise ajal mis tahes asendis lugeja suhtes. Sellistes tingimustes töötamiseks on kõige sobivamad statsionaarsed mitmesuunalised laserlugejad, mille eest koodid läbi liiguvad. Sellesse rühma kuuluvad ka nn laualugejad, mis on kasutusel suurte kaupluste kassades.

Teiseks valikukriteeriumiks on esemed, millelt koodi loetakse. Koodi lugemiseks suurtelt ja rasketelt esemetelt on sobivad pildilugejad ja laserlugejad, sest suurte esemete toomine lugeja juurde on tülikas. Nimetatud lugejad võimaldavad lugeda koodi mõnevõrra kaugemalt. Väikestelt esemetelt koodide lugemiseks võib kasutada edukalt laualugejaid – jääb ära lugeja võtmise toiming.

Täiendavad valikukriteeriumid on vöötkoodid ise ja nende omadused. Milliste koodisüsteemide koode peab lugeja lugema? Kõik lugejad ei suuda lugeda kõiki kooditüüpe. Millise triipude ja vahede esitamise tihedusega on koodid? Kasutusel on väga tihedaid koode, mille lugemiseks vajatakse spetsiaalseid lugejaid. Kas kasutatakse turvakihiga koode? Milline on koodiga etiketi kvaliteet (õline, määrdunud jms)? Kas kasutatakse kahemõõtmelisi koode?

Oluline on lugeja valikul ka tööpiirkond – kas lugemine toimub arvuti juures või on vaja lugejaga liikuda. Arvestatavad tegurid on ka keskkonnamõjud. Kui on vaja lugeda koode väljas heledas päikesevalguses, tuleb selleks valida spetsiaalsed lugejad. Kas koode on vaja lugeda väga madalal või kõrgel temperatuuril, kas lugemiskeskkonnas on suur suhtelise õhuniiskuse tase? Igal juhul tuleks kontrollida vöötkoodilugejate sobivust tööks antud keskkonnas.

Pildilugejad valgustavad objekti valgusdioodidega ja tarkvara analüüsib pidevalt peegeldunud kujutist. Kui tegemist on vöötkoodiga, see dekodeeritakse ja edastatakse infosüsteemi. Puudu-vad liikuvad osad ja analüüsides ei ole vaja mõelda lugemisjoonte peale. Pildilugejad on väga töökindlad ja kiired. Lugemisjoon on selgepiiriline ja kergesti märgatav ka heledas päikesevalguses.

Vöötkoodiprinterid

Vöötkoodide esitamiseks on erinevaid meetodeid. Trükitehnikat on hea kasutada juhtudel, kui ühesugust vöötkoodi vajatakse palju (standardpakendid ja etiketid, mis ei sisalda muutuvaid andmeid). Suurte koguste korral on meetod väga ökonoomne ja vöötkoodi lisamine ei too kaasa täiendavaid kulutusi. Trükitehnikat kasutades valmistatakse trükitava koodi jaoks matriits ja trükiplaadid. Vöötkoodi trükitakse nagu mistahes muud pilti. Tänapäevased suure jõudlusega termo- ja termosiirdeprinterid on võimelised tootma unifitseeritud etiketi põhjal tunnis mitu tuhat etiketti. Vajalikud andmed kantakse etiketiprinteriga etiketile vahetult enne selle kinnitamist tootele/pakendile.

Valmis etiketid

Juhul kui etikette vajatakse aeg-ajalt, võib need osta teenustööna. Sellise teenuse pakkujatel on olemas vajalikud etiketiprinterid ja nad suudavad paindlikult valmistada vajalikud etiketid.
Mitmetes eluvaldkondades vajatakse etikette, mis peavad vastu pidama äärmuslikes tingimustes, nagu väga kõrge või väga madal temperatuur, järsud temperatuuri kõikumised, niiskus või keemiliselt aktiivne keskkond. Tihti võivad korraga mõjuda mitmed tegurid, näiteks esemete puhastamine kõrgel temperatuuril keemiliste vahenditega. Seejuures on oluline, et etiketil olevad andmed säiliksid vöötkoodilugejale loetavana seni, kuni toode on kasutusel. Niisugusel juhul tuleks etiketid tellida firmalt, kes valmistab eriotstarbelisi etikette. Üldjuhul on sellised etiketid valmistatud fotograafilisel meetodil, st aluspõhjale on kantud fotoreaktiivne kiht, mis reageerib valgusele. Sellesse kihti moodustatakse kujutised. Hiljem võib selline etikett olla kaetud ka laminaadiga, mis kaitseb kujutist mehaaniliste vigastuste eest. Niisugused etiketid on näiteks laoaadresse kandvad, lao hoiukohti märgistavad sildid.

Eespool nimetatud meetoditega on võimalik saada vöötkoode ning neid meetodeid on hea kasutada siis, kui ei vajata paindlikkust ning etikettidel olev info on teada. Tegelikkuses on olukordi, kus etiketile tuleb kanda info, mis saab selgeks vahetult enne etiketi trükkimist. Selliseks infoks võib olla toote või pakkeüksuse kaal, kuupäev, seerianumber, kauba saaja jne enne kauba väljastamist laost.

Paljudes ettevõtetes on suur toodete sortiment. Valmis etikettide kasutamisel on vaja hoida laos kõiki variante, mis suurendaks laovarusid. Niisugusel juhul on otstarbekas valmistada etiketid ettevõttes. Iga tooteetikett või saadetise markeerimiseks vajaminev etikett valmistatakse vajaduse järgi vahetult enne selle kinnitamist tootele või pakendile.

Laserprinterid

Laserprinterid leiavad üha rohkem kasutamist. Trükijälje kvaliteet on hea (uue tooneri korral) ja ka trüki kiirus piisav. Etiketiprinterina saab neid aga kasutada piiratud ulatuses. Peamine probleem seisneb trüki kvaliteedis – laserprinteritega on raske saavutada pidevalt ühtlast kvaliteeti.

Pilt 13.3 Etiketi termosiirde printer

Kui tooner hakkab tühjenema, muutub trükijälg heledaks. See võib muuta vöötkoodi kasutamiskõlbmatuks (loetamatuks). Tooneri pidev vahetamine aga tõstab etikettide omahinda. Vöötkoodi printimine nõuab võrreldes teksti printimisega rohkem tahma, kuna vöötkoodide printimisel on trükitavast pinnast ligi 50% kaetud tahmaga.

Lisaprobleemid laserprinteri kasutamisel:

- Ühekorraga peab printima A4 formaadis lehetäie etikette.
- Lehe korduval asetamisel printerisse pressitakse osa liimi paberikihtide vahelt välja, etikett võib taustapaberilt eralduda ja kleepuda trumli külge. See nõuab üldjuhul trumli vahetamist.
- Laserprinteriga on võimalik printida ka erimaterjalidele (plastik, kartong) ning kasutada ka eriliime. Tihti võib laserprinteriga trükkimine rikkuda liimi kvaliteedi (temperatuur).

Etiketiprinterid

Kuna vöötkood paigutatakse enamasti toote- või transpordietiketile, on vöötkoode otstarbekas printida spetsiaalsete etiketiprinteritega. Etiketiprinterid on ette nähtud mitmesugustele etikettidele ja lipikutele pidevalt muutuvate andmete trükkimiseks. Neid kasutatakse laialdaselt transpordietikettide ja toodetele eestikeelsete lühikeste kasutusjuhendite trükkimiseks.

Etiketiprinterid on üldjuhul väikesed, kerged ja suure tootlikkusega. On olemas ka värvitrükki võimaldavad etiketiprinterid. Prinditava etiketi laius on muudetav ja olenevalt printeri mudelist võib trükilaius ulatuda kuni 22 cm-ni. Etiketi pikkus võib ulatuda osal mudelitel kuni meetrini.

Trükitehnikana kasutatakse etiketiprinterites termo- või termosiirdetrükki. Termosiirdetrüki puhul kasutatakse värvilinti, mida kuumutades tekib etiketipõhjale jälg. Materjal, millele trükitakse, võib olla tavaline paber, kartong, kile, plastik, kangas jms. Ühtlase kvaliteediga trüki saavutamiseks eri pindadel kasutatakse erinevaid värvilinte. Termosiirdetrükk võimaldab trükkida ka värvilisi etikette.

Termotrüki puhul kuumutatakse keemiliselt töödeldud materjali (paber, kartong, kile). Temperatuuri mõjul toimub materjali pinnakihis keemiline reaktsioon, mille tulemusena tekib pinnale jälg. Termotrüki peamine puudus on trükijälje lühiajaline kestus. Soojades ruumides ja otseses päikesevalguses muutub etikett kiiresti loetamatuks. Samuti ei ole termoetikett vastupidav niiskusele. Etikette saab vastupidavamaks muuta neid erinevate lakkidega kattes. Mõlema mooduse puhul on trükijälg hea ja ei ole karta ka kontrastsuse vähenemist aja jooksul.

Etiketiprinteritele võib lisada eriseadmeid, näiteks etiketi risti- või pikilõikur, sisemine või välimine etikettide rulli kerija, kleebisetiketi aluspaberilt eraldaja jms. (*Pilt 13.3*)

Pilt 13.4 Raadioterminalid

13.5. Raadioterminalid ja juhtmeta lugejad

Raadioterminalide korral luuakse traadita arvutivõrk (WLAN – *Wireless Local Area Network*). Selles võrgus töötavad terminalid saavad pidevalt suhelda nii omavahel kui ka teiste võrgus olevate arvutite ja serveritega. Lisaks võivad sellisesse võrku olla lülitatud kaalud ja etiketiprinterid. Terminalid on varustatud puutetundliku ekraani ja vöötkoodilugejaga, mis lisaks vöötkoodi dekodeerimisele suudab salvestada ka graafikat (ekraanile kirjutatud allkiri, eseme pilt jne).

Sideliidese vaba valiku võimalus lubab hoida terviklahenduse suhteliselt lihtsana. Kui luuakse otseühendus andmeserveriga (terminalis töötav klientprogramm suudab otse serveriga suhelda), on süsteemi töökindlus kõrge, administreerimine ja laiendamine lihtsad. Sellised terminalid suudavad põhitarkvaraga suhelda ja töötada *online* režiimis ehk andmed on serveris reaalajas.

Terminalide töökaugus tugijaamast võib ulatuda 300 meetrini. Ühendades samasse võrku mitu tugijaama, on võimalik tegevusraadiust märgatavalt suurendada. Seejuures toimub terminalide ümberlülitus teisele tugijaamale automaatselt. Andmeedastuskiirus sõltub terminali ja tugijaama vahelisest kaugusest ning võib ulatuda kuni 11 Mb/s. Raadioterminali eelised tulevad esile süsteemis, mis vajab andmetöötlust reaalajas.

Juhtmeta vöötkoodilugeja puhul on tegemist seadmega, mis on varustatud ekraaniga info edastamiseks kasutajale ja sõrmistikuga, millelt saab vajadusel sisestada andmeid. Lugeja on varustatud raadiosaatjaga andmete edastamiseks arvutisse. Arvuti külge ühendatakse vastav tugijaam. Selliste lugejate tegevusraadius on tavaliselt kuni 30 m. Ühe tugijaama piirkonnas võib korraga töötada mitu lugejat. Igal lugejal on oma tunnus ja selle alusel on võimalik arvutis andmeid eristada. Erinevalt raadioterminalist puudub lugejal raadioterminaliga võrdväärne programmeeritavus, suur tööraadius ning automaatne tugijaamade vahetamine. (*Pilt 13.4*)

13.6. Vöötkooditehnoloogia logistikas ja kaubanduses

Andmekogumisseadmete kasutamine laonduses ja kaubanduses

Võimalikke rakendusi andmekogumisseadmete kasutamiseks on palju. Levinumad on järgmised rakendused:

Rakendused laos:

- Kauba vastuvõtt ja registreerimine. Pakenditelt loetakse koodid ja sisestatakse tegelikult saabunud kauba kogus. Registreerimiseks võidakse esmalt laadida terminali saatelehe andmed ja neid siis võrrelda.
- Toodete kontroll. Lisaks kauba vastuvõtmisel tehtavale kontrollile kontrollitakse ka saabunud kaupade vöötkoodide õigsust. Juhul kui tootja on vahetanud mingil põhjusel EAN koodi ja see ei ole kajastatud infosüsteemis, ei identifitseeri arvutisüsteem toodet ja vastav kood on vaja infosüsteemis muuta.
- Hoiukohtadele paigutamine ja hoiukoha aadresside registreerimine. Kui hoiukoha aadressi etikett on varustatud vöötkoodiga, on väga lihtne vastavat vöötkoodi skaneerides sisestada infosüsteemi see riiulikoha aadress, kuhu kaup paigutati. Mugav on kasutada hoiukoha vöötkoodide skaneerimist ka kaupade teisaldamisel ühelt hoiukohalt teisele (nt aktiivkohtade täitmine reservkohtade arvel).
- Väljastustellimuste komplekteerimine. See on vöötkooditehnika rakendus, mida kasutatakse palju hulgiladudes. Terminali laetakse väljastatavate toodete nimekiri koos kogustega (komplekteerimisleht). Komplekteerimise käigus registreeritakse, milliselt hoiukoha aadressilt millist toodet võeti. Vigade tekkimise vältimiseks on võimalik ehitada tarkvarasse erinevaid kontrolltoiminguid.
- Saadetiste väljastamise registreerimine. Pärast komplekteerimist jäävad saadetised üldjuhul laoarvestuses loovutusala aadressile. Saadetise üleandmisel registreeritakse see infosüsteemis ja muudetakse laoseis automaatselt. Andmekogumisterminale saab kasutada ka saadetiste laadimise ja väljastamise täiendavaks kontrollimiseks.
- Inventuuride tegemine. Inventuuride käigus võrreldakse toodete füüsilisi laoseise raamatupidamislikega. Hoiukohapõhise inventuuri korral võrreldakse toodete füüsilisi saldosid hoiukohtadel infosüsteemi (loogiliste) saldodega hoiukohtade kaupa ja tuuakse välja erinevused. Andmeedastusterminalide kasutamine aitab suurendada töö tootlikkust inventuuride läbiviimisel ja vähendada suurel määral vigade arvu.
- Tagastamiste registreerimine. Kaupade tagastamisel lattu on võimalik kasutada käsiterminali vastava toote tuvastamiseks ja vastuvõetud koguse lisamiseks laosaldole.

Lisarakendused kaubanduses:

- tellimuste koostamine kaupluses kaupluse laole või kesklaole, tarnijatele ostutellimuste koostamine;
- hindade kontrollimine ja saldode päringud toodete kohta infosüsteemist;
- aktiivse müügi tellimuste vastuvõtmine, koostamine ja edastamine infosüsteemi;
- müügisaalis esindatud toodete laoseisule vastavuse kontroll;
- kliendi nõustamine ja soovituste andmine;
- müügiesindaja rakendused.

13.7. Raadiosageduslik tuvastamine

RFID (*Radio Freguency Identification*) tehnoloogia on suhteliselt uus ja kiiresti arenev automaatse tuvastamise ning info edastamise valdkond. RFID on üks automaatse tuvastamise tehnoloogiatest, mille puhul kasutatakse esemete tuvastamiseks raadiosageduslikke laineid. Reeglina on tegemist mikrokiibiga, millele salvestatakse ja hiljem loetakse vähemalt üks identifitseerimisnumber.

RFID tehnoloogia on suhteliselt noor, see leiutati 1969. a ja patenteeriti 1973. a. RFID süsteemide kasutamise algusajaks võib lugeda 1997. a, mil USA kontsern Procter & Gamble kinnitas oma toodangu külge raadiosageduslikud märgid, et jälgida kaupade liikumist tarneahelas kuni tarbijani. Sooviti saada teavet materjalivoogude sujuvuse ja kaubavarude suuruse kohta tarneahela eri punktides.

Peamine eeldus tehnoloogia kasutamisel on asjaolu, et lisades tootele raadiomärgi ehk taagi (*tag*), suudab arvutisüsteem jälgida seda koos vastavate seadmetega inimese vahelesekkumiseta. Jälgides võtmesündmusi toote elutsükli tarneahelas viibimise eri faasides, on võimalik automatiseerida tarneahelas materjalivoogusid. Arvatakse, et RFID laiaulatuslik kasutuselevõtmine lähiaastatel suudab häälestada tarneahelaid kiiremini vastamaks tegelikule nõudlusele.

RFID tehnoloogiale on omased järgmised eripärad:

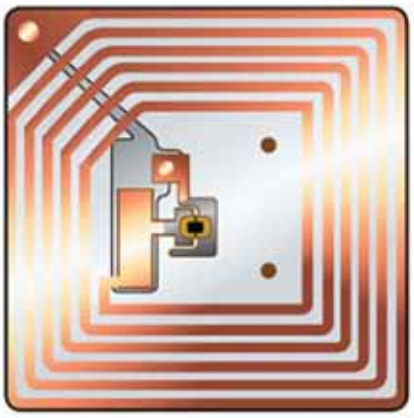
- info edastamine toimub ilma füüsilise ja optilise kontaktita;
- info edastamine toimub reaalajas;
- seade võib lugeda sekundi jooksul kuni sadade raadiomärkide informatsiooni;
- infokandjad (taagid) võivad olla nii passiivsed kui ka aktiivsed;
- osal mälukiipidel on informatsioon „ülekirjutatav" ehk taagid on mitmekordselt kasutatavad.

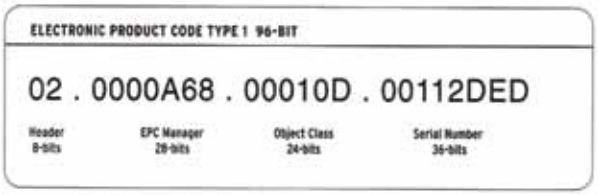
Arvatakse, et raadiomärgid leiavad lähiaastail laiaulatuslikku kasutamist nii kaubasaadetiste kui ka üksikute toodete automaatsel tuvastamisel. Kauplusesse või lattu saabuvat kaupa on lihtne vastu võtta, sest jääb ära vajadus koguseid üle lugeda ja võrrelda saatehele märgituga. Kui alusetäis tooteid, mis on varustatud taagidega, läbib spetsiaalse värava raadioskanneritega, loetakse arvutiprogrammi ühekorraga kõik tooted, mis paiknevad kaubaalusel. Jääb ära vajadus sisestada arvutisse saabunud kaupa manuaalselt.

RFID tehnoloogia võimaldab tuvastamist teatud viisil ja teatud eeldustel. Teatud rakenduste korral on võimalik tehnika kasutamisest saada suurt lisaväärtust. RFID tehnoloogia kasutamise eelistest võib nimetada vastuvõtu- ja lähetamistoimingute automatiseerimist, informatsiooni kogumist, saadetiste jälgimist ja vigade arvu ning kadude vähenemist. Tehnoloogia kasutamine suurendab logistikaprotsessi läbipaistvust, mis võimaldab omakorda protsessi paremini optimeerida. RFID tehnoloogiat on põhimõtteliselt võimalik kasutada tarneahela kõigis osades alates tootmisest ja lõpetades müügiga tarbijale.

Tootja kinnitab taagi igale tooteühikule, vajadusel ka hulgipakendile ja kaubaalusele, mis koosneb paljudest hulgipakenditest. Kui saadetis lahkub tootjaettevõttest, loeb lugeja informatsiooni taagidelt ja edastab selle ettevõtte arvutisüsteemi. Iga kord kui kaubasaadetis jõuab tarneahela järgmisesse lülisse, loetakse informatsioon taagidelt ja edastatakse tarneahela liikme infosüsteemi. Kui kaup ettevõttest lahkub, edastatakse vastav teave arvutiprogrammi.

Ka logistikafirmades muutub kiiremaks ja veatumaks saabunud ja väljuvate saadetiste registreerimine. Nõudeks on, et saadetise iga pakkeüksus peab olema varustatud taagiga, mis sisaldab saadetise kohta infot. Sõites kaubaaluse või muu pakkeühikuga läbi antennidega värava, loetakse kogu saadetisekohane info logistikaettevõtte infosüsteemi. Nii on võimalik registreerida saadetiste vastuvõtmine ja väljastamine praktiliselt ilma vigadeta. Oluline nõue on seejuures, et igal pakkeühikul peab olema RFID etikett ja selle taagile salvestatud info peab vastama täpselt tegelikkusele. Kaob vajadus vöötkoodiskannerite järele. Vöötkooditehnika kasutamine on seotud piirangutega, milleks võivad olla vajadus otsida saadetiselt vajalikku etiketti ja hoida samal ajal käes skannerit. Samuti on probleemne olukord, mil vöötkood on vigastatud või peegeldumine/määrdumine segavad lugemist ja skanner pole suuteline seda tuvastama. Raadiomärke kasutades on võimalik edastada saadetise või toote kohta kümneid kordi rohkem informatsiooni kui vöötkoodi abil.





Pilt 13.5 *Raadiomärk*

Pilt 13.6 *Elektroonilise tootekoodi (EPC) struktuur*

13.8. Raadiomärgid

Raadiomärk koosneb mikrokiibist ja antennist. Mikrokiip on liivatera suurune. Kui kiip ise on imetilluke, siis antenn peab olema piisavalt suur, et kiibile salvestatud informatsiooni oleks võimalik lugeda 3–4 m kauguselt. Antenni suurus on seotud tavaliselt etiketi suurusega – mida suurem etikett, seda suurema pindalaga antenn. Antennid valmistatakse alumiiniumist, vasest või hõbedast. Elektrit juhtiva materjali kogus ja antenni mõõtmed määravadki ära antenni ja ühtlasi raadiomärgi tundlikkuse, mis on info lugemise protsessi kriitiline tegur. Taagid võivad olla tasapinnalised, kapseldatud plastikusse, kummisse või olla lamineeritud.

Raadiomärgi disain, selle asetus tootel või pakendil, pakendi orientatsioon ja lugeja asukoht mängivad olulist rolli püsivalt hea lugemistulemuse saavutamisel. Antennid on disainitud nii, et need oleksid loetavad eri tüüpi lugemisseadmete poolt. Vaatamata sellele, et lugejate antennid võivad paikneda eri kohtades, peavad antennid garanteerima taagide sisseloetavuse. (*Pilt 13.5*)

Taagid jaotatakse aktiivseteks ja passiivseteks. Kui passiivne taag on ilma toiteallikata, siis aktiivsel taagil on toiteallikas (aku), mille energia arvel kiirgab see pidevalt ruumis raadiolaineid. Aktiivsed taagid on võimelised kiirgama ja vastu võtma signaale jalgpalliväljaku suuruselt maa-alalt.

Passiivsed taagid saavad vajaliku energia lugemisseadmelt. Iseseisvalt pole need võimelised raadiosignaale välja saatma. Lugeja saadab välja elektromagnetlaineid, need võtab vastu antenn ning selles indutseeritakse elektrivool. Raadiomärk kasutab antennis tekkinud elektrivoolu energiat ”lugejaga rääkimiseks”. Tagasipeegeldusena saadetakse lugejale mikrokiibis sisalduv informatsioon. Seega on võimalik lugeda mikrokiibilt infot maha ainult välise toiteallika energia arvel.

Passiivsed taagid on aktiivsetest mõõtmetelt sadu kordi väiksemad, kaaluvad vähem ja on praktiliselt piiramatu elueaga. Nende mälumaht on palju väiksem aktiivsete omast. Passiivsetel taagidel on raske täita oma funktsiooni keskkondades, kus levib korraga palju eri sagedusega raadiolaineid.

Toodetakse taagide versioone, mis erinevad üksteisest kiibi tehniliste näitajate, antenni suuruse ja efektiivsuse ning toiteallika poolest. Toodetakse ka nn poolpassiivseid taagisid, mis sarnanevad suuruselt, kaalult ja mälu mahult passiivsetega, kuid omavad toiteallikat. Selliste taagide kasutusvaldkondadeks on kaupluste müügisaalide konteinerid, kaubaalused ja erinevad JIT (*Just In Time*) tootmise rakendused.

Andmete salvestamise seisukohalt on taage kaht tüüpi – programmeeritavad (*programmable*) ja ainult loetavad (*read-only*). Programmeeritavatel on osa mälust kasutamata, infot on võimalik

vajaduse järgi lisada. Samuti on võimalik kustutada selle mälust mittevajalikku infot. Kiibi mällu on võimelised uut informatsiooni salvestama kodeerimisseadmed, millega on tavaliselt varustatud RFID etiketi printerid.

Ainult loetavad taagid programmeerib tavaliselt tootja ning nendel sisalduvat infot pole võimalik muuta. Loetavate taagidega varustatakse tavaliselt tooted (jaepakendid) valmistajatehases. Liikudes läbi tarneahela puudub vajadus muuta teavet, mis on seotud konkreetse tootega. Laopidajale on see kindlasti üks olulisi eeliseid, sest nii välistatakse võimalikud vead ja kuritarvitused seoses tooteartiklite ja üksikute toodete tuvastamisega.

13.9. Elektrooniline tootekood

EAN koodil on mitmeid olulisi puudusi. Üks peamisi on võimatus tuvastada eraldi iga unikaalset toodet. Teatud valdkondades, nagu tarbeelektroonika, kodutehnika ja arvutitööstus, on see aga ülioluline. Nii on saanud tavaliseks, et lisaks EAN koodile, mis märgib toote tüüpi, märgitakse pakendile ja tootele eraldi selle seerianumber. EPC (*Electronic Product Code*) ehk elektrooniline tootekood on EAN koodisüsteemi edasiarendus, mis rahuldab toote kõiki tuvastamiskriteeriume. EPC on võetud kasutusele ülemaailmse standardina.

EPC standardi puhul võimaldab kodeerimissüsteem tuvastada kõiki tooteartikleid ja tootmisahela eri etappe. EPC sisaldab tooteklassile viitavat identifitseerimiskoodi, mis töötab samal põhimõttel nagu EAN kood. Lisaks sellele sisaldab EPC iga toote individuaalset seerianumbrit, mis annab võimaluse tuvastada iga üksikut toodet eraldi. See võimaldab ka rekonstrueerida järkjärgult ühe toote logistilise hierarhia, st jälgida individuaalselt üht pakkeüksust selle erinevates vormides – jaepakend, hulgipakend, kaubaalus ja veovahend või -ühik.

Analoogiliselt EAN-iga koosneb EPC numbritest, mis identifitseerivad tootjat, toodet, selle seerianumbrit ja versiooni. EPC mahtu saab kasutada vahemikus 64–256 bitti.

EPC koosneb neljast osast ehk sektsioonist:

- EPC tunnus
- EPC haldur (EAN tootja) tunnus
- toote tunnus
- unikaalne seerianumber

EPC tunnus (*header*)
Päis identifitseerib koodi enda versiooni numbrit

EPC haldur (*EPC Manager*)
Identifitseerib organisatsiooni (ettevõte, kohalik omavalitsus jms), kes vastutab väljade ”*Object Class*” ja ”*Serial Number*” haldamise eest.

Toote tunnus (*Object Class*)
Toote klass viitab kindlale toote tüübile ja see vastab SKU-le. Igal erineval tootel oma unikaalne “object class”.

Unikaalne seerianumber (*Serial Number*)
Seerianumber on iga eraldi toote unikaalne identifitseerimisnumber toote klassi raames. Esmatarbekaupadel seda üldjuhul ei kasutata, küll aga elektroonikatoodete jms kauba tähistamiseks.

EPC süsteemi on välja töötatud RFID etikettide väljatöötamisel saadud informatsiooni üldistamise baasil. Elektroonilist tootekoodi saab kasutada ka vöötkoodidel põhinevates süsteemides. See on hea võimalus nende toodete jaoks, mille madal hind ei võimalda lisada sellele RFID etiketti.

EPC standardi alusel töötavast raadiosageduslikust tuvastamisest saadakse kasu tänu toodete efektiivsemale ja lihtsamale jälgimisele tootmises. Standard võimaldab kogu tootmise ja üksikute tootmispunktide varustamise jälgimist materjalide ja komponentidega. Kaubanduses lihtsustub EPC kasutamisega inventuuride tegemine. EPC etikett täidab ühtlasi turvamärgi ülesannet, mistõttu kaob tulevikus vajadus kasutada kaubanduses korraga eraldi turvamärke. Kaupluses pakub EPC pideva inventuuri sisseviimise võimalust, kontrolli kaubavarude ja toodete säilivusaegade üle. Süsteem on abiks lao tühjendamisel, varguste vastu võitlemisel ja kassa töö kiirendamisel.

Pilt 13.7 RFID etikett

Pilt 13.8 RFID etiketiprinter

13.10. Raadiosageduslikud etiketid

Raadiosagedusel töötavad RFID etiketid (*smart label*) koosnevad paberalusest, antennist ja mikrokiibist. Kiibis sisalduv informatsioon vahendatakse antenni kaudu lugemisseadmetele. Logistikas ja tootmises kasutatavad EPC etiketid on passiivsed, neil puudub oma energiaallikas. Aktiveerimiseks ja andmevahetuseks vajaliku energiaga varustab süsteemi lugeja tekitatud elektromagnetväli.

RFID etikett kannab RFID taagi informatsiooni läbi kogu jaotusprotsessi. Etikettidele on võimalik trükkida nii inimesele loetavat infot kui ka vööt- ja kahemõõtmelisi koode. Kombineerides inimsilmale loetavat teksti vöötkoodide ja elektrooniliste andmetega, võib üks tuvastusviisidest mitte töötada, vajalikud andmed saadakse kätte igal juhul. Etikett pakub mikrokiibile täiendavat kaitset tolmu, temperatuuri ja niiskuse eest.

Printimiseks kasutatakse termosiirdeprintereid, mis on varustatud raadiomärgi kodeerimiseks antenniga. Printerid trükivad etiketi vöötkoodiga ja samal ajal kodeerivad vastava kiibi ehk salvestavad sellele vajaliku informatsiooni. Nii kasutatakse korraga kaht tuvastamistehnoloogiat.

Etikette turustatakse suurtes rullides või kokkuvolduna eri mõõtudes. Need asendavad vöötkoodietikette ja vastavad nii ettevõtte kui ka tarneahela nõudmistele. Toodetakse ka spetsiaalseid etikette külmutatud olekus toodetele ja eraldi etikette farmaatsiatööstuse tarvis.
(*Pildid 13.7 ja 13.8*)

Toodetakse eri tüüpi RFID etikette. Sobiva etiketitüübi valikul oleks vaja lähtuda kolmest kriteeriumist:

1. Nõuded etiketile

Informatsioon etiketi pinnal ja nõuded taagile identifitseerimaks pakendi sisu ja seisukorda tarneahelas. Tarneahelas vajatakse enamasti infot toote valmistaja, saatja, saaja ja käsitlemise nõuete kohta. Etiketil loetav informatsioon sisaldab tavaliselt rohkem andmeid kui EPC kood RFID taagil, mis on kavandatud kandma detailset tootekohast informatsiooni.

2. Kasutamise nõuded

Olulisem tegur on siinjuures etiketi loetavus. Loetavus sõltub pakendi sisust, selle kujust, etiketi paigutusest pakendil ja sildistamise protsessist. Pakendi sisu ja kuju võivad mõjutada suurel määral taagi loetavust eriti siis, kui tooted sisaldavad metalle, vedelikke, süsinikku ja soolasid. Nendest teguritest sõltub etiketi tüüp, selle paigutus pakendil ja pakendi orientatsioon lugejate suhtes andmete lugemise hetkel. Etiketi parima võimaliku asukoha valikul pakendil tehakse tavaliselt katseid, mille käigus viiakse toode korduvalt läbi RFID lugejatega värava. Seejuures uuritakse

Pilt 13.9 RFID lugeja

Pilt 13.10 RFID lugeja antenn

loetavust eri kaugustelt ja erinevate nurkade alt. RFID etiketi paigutamine tootele ei ole kaugeltki nii lihtne nagu vöötkoodiga etiketi asukoha valik.

3. Kliendi nõuded

Kliendi vajadus määrab sageli kõik olulisemad kriteeriumid konkreetse toote etiketi tarvis. Kliendi soovi põhjal määratakse etiketi suurus, info sisu, mis prinditakse etiketi pinnale, etiketi paigutus pakendil, EPC informatsioon taagil, vajadusel ka vastuvõtmise kriteeriumid. Vastuvõtmise kriteeriumideks võivad olla täiendavad lähetamise juhised (*Advanced Shipping Notice*, ASN), säilivusaeg ja käsitlemise juhised. Mida rangemad on siinjuures kliendi nõuded, seda suurema hoolega on tootjal tarvis kavandada kogu etiketi valiku ja paigutamise protsessi.

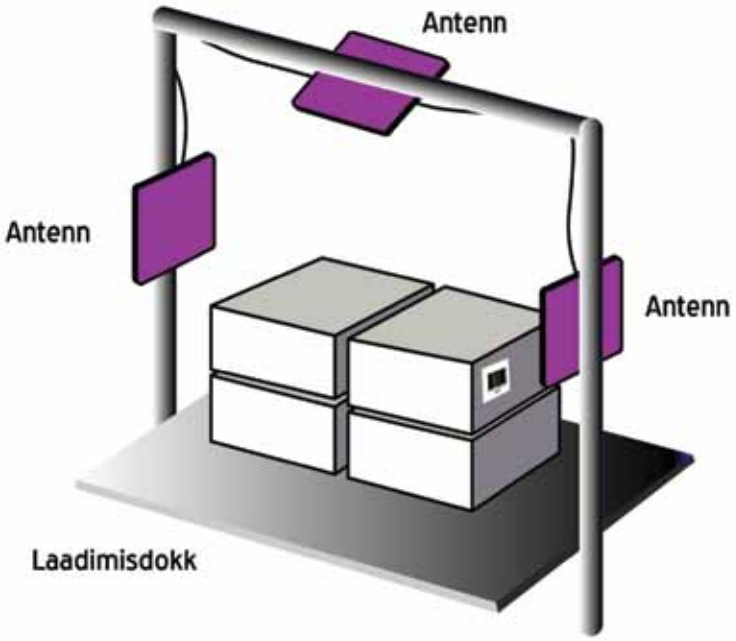
13.11. Raadiosageduslikuu tuvastamise seadmed

RFID lugejad ja antennid

RFID lugeja on seade, mille abil on võimalik lugeda raadiomärgil sisalduvat informatsiooni või kirjutada sellele uut infot. Selle peamised osad on lugemisseade ja antenn. Lugeja ühendatakse tavaliselt arvutiga.

Lugejaid toodetakse käsiseadmetena, mobiilsetena (monteerituna tõstukitele või kärudele) ja kohtkindlatena. Osa lugejaist suudab ainult lugeda, osal on lisaks kodeerimise funktsioon ehk need suudavad ka kiibile infot salvestada. Lugejad paigaldatakse jaotuskeskustes üldjuhul kohtkindlalt. Lugejate paar või mitu paari on kinnitatud spetsiaalse väravaraami külge. Tooted veetakse läbi värava tõstukite või käsikärudega. Informatsioon loetakse arvutisse hetkel, mil tooted või saadetised väravat (portaali) läbivad. Portaalid võivad paikneda lao vastuvõtualal laadimislüüsi ees, loovutusalal väljastamiseks kasutatava värava läheduses või pakkimisliini lõpus. Lugeja kasutab antenni selleks, et saata taagidele kodeeritud digitaalne informatsioon amplituud- või impulssmoduleeritud raadiolainetena. (*Pildid 13.9 ja 13.10*)

Lugeja antennid on süsteemi kõige tundlikumad komponendid. Enamik lugejate antenne on paigutatud karbikujulisse metallkesta. Lugeja antenni asukoha muutmine võib tuua kaasa tõsiseid häireid kogu süsteemi töös. Samas loob antenni asukoha õnnestunud valik head eeldused süsteemi usaldusväärseks toimimiseks. Antenn peab olema paigutatud kohta, kus taagi ergutamisel indutseeritud vooluga ja selle poolt andmete edastamisel saadakse optimaalne tulemus. Antenni abil saadab kiip salvestatud andmed lugejale, mis muudab raadiosagedusliku signaali arvutile loetavaks numbrijadaks.



Pilt 13.11 RFID värav antennidega

Pilt 13.12 RFID värav

Antenne valmistatakse kaht tüüpi – lineaarselt polariseeritud ja ringikujuliselt polariseeritud antennid. Lineaarsed antennid on suutelised lugema kaugelt, kuid on väga tundlikud orientatsiooni suhtes. Neid kasutatakse enamasti EPC lugemiseks toodetelt, mis liiguvad konveieril. Lugemise hõlbustamiseks on taagid fikseeritud pakenditel kindlates kohtades ja pakendid on orienteeritud konveierlindil ühetaoliselt. Ringikujuliselt polariseeritud antennid kiirgavad raadiolaineid korraga eri suundades, mistõttu võivad nad olla orienteeritud ruumis erinevalt. UHF antennid on kõik eraldi monteeritavad ja ühendatavad lugejaga koaksiaalkaabli abil. (*Pildid 13.11 ja 13.12*)

RFID seadmed on suutelised sooritama kolme põhioperatsiooni:

1. Valimine

Toiminguga valitakse grupp taage edasisteks toiminguteks. Valiku käsk võib sisaldada kuupäeva koodi, tootja koodi või teisi muutujaid. Andmeid kogutakse ainult nendelt taagidelt, mis pakuvad parasjagu huvi.

2. Inventuur

Toiminguga tuvastatakse taagid ükshaaval unikaalselt. Lugeja alustab inventuuri, edastades järelepärimise käskluse. Sellele võivad vastata sajad ja tuhanded raadiomärgid. Lugeja lahendab konfliktid taagidelt saadud vastuste vahel (juhul kui neid esineb) ja summeerib inventuuri tulemuse.

3. Juurdepääs

Kui raadiomärk on inventuuritoimingu kaudu tuvastatud, lubab juurdepääsu operatsioon lugeda taagilt info või kirjutada sellele vajaliku teabe. Juurdepääs hõlmab mitmeid käsklusi programmeerimaks taagi mäluväljasid, sisestamaks salasõnu, lukustamaks mälu jne.

Juhul kui raadiomärkidelt info allalugemine korralikult ei toimi, võivad põhjused olla alljärgnevad:

- omavahel ei sobi raadiomärk ja lugeja;
- lugemise kaugus on liialt suur;
- toode liigub lugemisalal liiga kiiresti;
- raadiomärgi orientatsioon lugeja suhtes ei ole sobiv;
- pakendi sisu mõjutab lugemist;
- taagi vigastamine etiketi kinnitamisel (on purunenud kiibi ja antenni vaheline ühendus).

13.12. Raadiosageduslikku tuvastamise kasutamine logistikas ja kaubanduses

EPC ja RFID *versus* UPC ja vöötkood

Lugemise meetod

Vöötkoodi lugemiseks on vaja skanneri ja koodi vahelist otsekontakti. Kui vöötkood pole skanneri suhteliselt piiratud tööpiirkonnas, jääb see tuvastamata. Selles mõttes võib vöötkoodi tuvastamisel tuua paralleele nägemisega. Raadiosageduslik signaal suudab läbida enamikku materjalidest.
RFID lugeja suudab eristada paljude erinevate taagide hulgast üksikuid raadiomärke. Samal ajal pole äratundmiseks oluline, kuidas sisseloetavad taagid parajasti ruumis orienteeritud on. Kui mingi raadiomärk ühel või teisel põhjusel lugejale ei vasta, tuleb tavaliselt kogu kaubaalus toimetada kõrvale ja uurida hiljem, milles on asi.

Lugemise kiirus

Kui vöötkoode saab lugeda ükshaaval, siis RFID taage sadu kordi kiiremini. Vöötkoodide lugemise tehniline kiirus on ligikaudu 150 tk/s, kuid inimese osavõtul pole see võimalik. RFID tagide sisselugemise kiirus võib ulatuda teoreetiliselt kuni 1000 tk/s.

Loetavus

Vöötkoodide puhul on saanud võimalikuks 100%-line loetavus suure kiirusega töötavate automaatliinide puhul. RFID võimaldab lugeda sellest suuremat hulka tooteid ajaühikus ja samuti 100%-list loetavust.

Kestvus

Taagid on tavaliselt kapseldatud tugevdatud plastikümbrisesse. Selline kaitsmine tagab üldjuhul pikema kestvuse kui see on paberile trükitud vöötkoodide puhul. Kasutusiga sõltub ka liimist, millega etikett on kauba pakendile kinnitatud. Kokkuvõttes on uuringud kinnitanud, et RFID taagid on vöötkoodidega etikettidest kestvamad. Loetakse, et taagi ainus nõrk koht on antenni kinnitus kiibi külge. Kui see vigastamise tõttu katkeb, muutub taag kõlbmatuks.

Andmete salvestamine

Ühemõõtmeliste vöötkoodidega saab salvestada kuni 100 numbri- või tähemärki. Enamasti on lihtsa ”smart label’i” mälu maht kuni 2500 tähemärki. Seega saab anda tootega kaasa korraliku andmebaasi, mis sisaldab infot lisaks toote andmetele tootmise aja, veoaja, aegumistähtaja jms kohta.

Info salvestamine

Taagid hoiavad infot endas, pakkudes seda ainult siis, kui lugeja selle poole pöördub ja infot küsib. Kui RFID etikett sisaldab taagi kõrval ka vöötkoodi ning inimesele loetavaid numbreid ja tähti, saadakse parim võimalik tulemus.

Kontaktivaba tuvastamistehnoloogia head küljed on eriti lihtne kasutuselevõtt, madalad ülalpidamiskulud, raadiomärkide pikk kasutusaeg ja tehnoloogia sobivus kasutamiseks rasketes tingimustes. Lisaks veel kiire andmesiire, suur edastatavate andmete maht, andmete kaitstus ning võimalus kasutada üht ja sama raadiomärki erinevates rakendustes.

Oluline RFID tehnoloogia eelis võrreldes vöötkooditehnoloogiaga on asjaolu, et korraga on võimalik lugeda erinevate taagide informatsiooni. Lugemise kiirus sõltub taagi kaugusest lugemisseadmest, lähedal olevatest materjalidest ja raadiomärkide kaugusest üksteisest. Võrreldes vöötkooditehnoloogiaga on lugemise kiirus RFID tehnoloogia puhul 12 korda suurem. Inventuuri laos või kaupluse müügisaalis on võimalik teha 16 korda lühema ajavahemiku jooksul.

RFID tehnoloogia abil võib edastada palju erinevat informatsiooni saaja, saatja, kauba, saadetise, käsitsemisjuhiste, hoiutingimuste jms kohta. Taage võib kasutada veoühikute, kaubaaluste, pakkeüksuste ja üksikute toodete tuvastamiseks.

Mitmekordselt kasutatavate kaubaaluste ja konteinerite puhul on RFID eeliseks asjaolu, et informatsiooni taagidel saab tuhandeid kordi ümber kirjutada ehk samadele raadiomärkidele uusi andmeid sisestada.

Kui võrrelda vöötkoodi ja RFID tehnoloogiaid, saame järgmise tulemuse:

Vöötkooditehnoloogia eripära:

- etikett on odav, kasutamisega kaasnevad väikesed kulud;
- info on ka visuaalselt tuvastatav;
- halvasti loetav, vigastused, mustus jne;
- vajatakse otsest nähtavuskontakti;
- ainult loetav, kirjutada pole võimalik;
- tehnoloogia on lõpuni arendatud ja standarditud;
- seade saab lugeda korraga ainult üht vöötkoodi;
- vöötkood peab olema nähtav;
- etikett pole taaskasutatav;
- vöötkoodi abil saab edastada piiratud andmemahtu;
- vöötkood on tundlik vigastuste suhtes.

RFID tehnoloogia eripärad:

- tööjõukulud kasutamisel on väikesed;
- ei ole manuaalselt (visuaalselt) käsitletav;
- usaldusväärne andmete edastamine;
- loetav taagi ennast nägemata;
- võimalik nii lugeda kui ka kirjutada;
- võimalik on lugeda korraga paljude taagide infot;
- lugemiskaugus on suhteliselt suur;
- andmete salvestamise ja andmeedastamise maht on suur;
- tehnoloogiat on hea võtta kasutusele suletud süsteemides;
- osa taagidest on temperatuuritundlikud;
- etiketid on vastupidavad keskkonnamõjudele;
- metallide ja vedelike lähedus võib mõjutada andmete edastamist;
- andmekogumisel pole võimalik tunda ära vigu;
- vähene tundlikkus tolmu, plekkide, hõõrumise ja niiskuse suhtes.

On tehtud kindlaks, et RFID tehnoloogia kasutamisel saadakse tarneahelate juhtimisel järgmised eelised:

- tarnijatel võimalus kiiresti turu muutuvatele nõudmistele reageerida;
- kaubavarude suuruse optimeerimine tarneahela eri lülides;
- kaubavarude ringluse kiirenemine;
- kaubavarude olemasolu automatiseeritud kontroll.

Arvatakse, et RFID tehnoloogia ei hakka asendama vöötkooditehnoloogiat täielikult, vaid avab uusi võimalusi automaatseks tuvastamiseks nendes rakendustes, kus seda on majanduslikult ja tehniliselt mõistlik kasutada. On tõenäoline, et üleminekuaeg vöötkooditehnoloogialt raadiosageduslikule tuvastamisele kestab 10–15 aastat. Selle aja jooksul kasutatakse mõlemaid tehnoloogiad paralleelselt. IT- ja logistikaspetsialistid on arvamusel, et tulevik kuulub täielikult raadiomärkidele.

Kasu RFID tehnoloogia rakendamisest kaubanduses ja logistikas

Prognooside kohaselt peaks tehnoloogia laiaulatuslikust kasutuselevõtmisest saama kõige suuremat kasu kaubandus- ja logistikaettevõtted. RFID tehnoloogia rakendamine aitab vähendada logistikakulusid. Tehnoloogiat hakatakse kasutama laiaulatuslikult järgmiste logistikafunktsioonide teostamisel:

- **Varude juhtimine**

RFID pakub võimalust parandada toodete saadavust jaekaubanduses varusid suurendamata, aidata ettevõtetel paremini jälgida ja automatiseerida kaubavoogusid ning saada informatsiooni toodete seisukorrast tarneahelas. Logistikaspetsialistid on seisukohal, et seoses RFID kasutuselevõtmisega jaekaubanduses väheneb defitsiidijuhuste arv 3–5%.

- **Vastuvõtt ja lähetamine**

Taagidega varustatud toodete vastuvõtt üldjuhul tagab, et kohe RFID väravat läbides avastatakse saadetise koosseisu mittevastavus saatedokumentidele. Selguvad hälbed kogustes (toodete puudumine või ülejääk) ja toodete asendamine. Saksa jaekaubanduskontsern Metro Group on katselise

kasutamisega selgitanud välja, et tänu toodete automaatsele vastuvõtule ja lähetamisele on jaotusautode ning treilerite mahalaadimise aeg lühenenud keskmiselt 15–20 minuti võrra.

- **Aegumistähtaegade jälgimine**

USA-s tehtud uuring näitas, et igal aastal aegub ja rikneb kaubanduses, muutub müügikõlbmatuks ning kantakse kuludesse viie miljardi USD väärtuses esmatarbekaupu. Aegumistähtaegade jälgimine arvutisüsteemis ja sellele vastav varude juhtimine ei ole pakkunud seni efektiivset võimalust vähendada riknemisest põhjustatud kadusid.

Kasu RFID tehnoloogia rakendamisest tootmises

RFID tehnoloogia rakendustes nähakse revolutsioonilist võimalust arendada tootmislogistikat. Tehnoloogia rakendamine võimaldab saavutada tootmises senisest kõrgema automatiseerimise taseme.

Autokomponentide tootjad varustavad koostetehasele lähetatavad komponendid RFID etikettidega. Koostetehastes on väliselt sarnaseid, sageli väikeste erinevustega koosteosasid RFID lugejatega hea tuvastada ja kindlustada, et õige komponent juhitakse mööda harukonveierit õigel ajal koosteliinile õige sõiduki juurde.

Eriti sobilik on kasutada ülekirjutatavaid aktiivseid taage korduvkasutusega konteineritel nii autotööstuses kui ka mujal. On kindlaks tehtud, et taagide kasutamine konteineritel võimaldab vähendada kasutuses olevate konteinerite arvu ligikaudu 5% võrra.

Konteinerite märgistamisel RFID taagidega võib saada järgmisi eeliseid:

- konteinerite ringlemissagedus suureneb;
- konteinerite arv väheneb;
- konteinerite tarvis vajalik laoruum väheneb;
- vigade arv konteinerite lähetamisel väheneb;
- automaatne vastuvõtmise ja väljastamise kontroll;
- vedamisjuhised ja kliendi informatsioon sisaldub taagidel;
- taagid on vastupidavamad kui vöötkoodiga etiketid.

Probleemid ja riskid RFID kasutuselevõtmisel

Metallid tekitavad RFID tehnoloogia kasutamisel probleeme, sest need peegeldavad raadiolaineid. Kui taag on kinnitatud metalli pinnale, on lugejal seda raske lugeda. Samuti võib tekkida andmete lugemisel probleeme, kui taagi läheduses on vedelikku sisaldavaid aineid. Nimelt absorbeerivad vedelikud raadiolaineid ja need võivad sumbuda vedelikes peaaegu täielikult. Paljud kaubasaadetised aga sisaldavad metalle ja vedelikke. Oluline on, et lugemise ja kirjutamise hetkel ei oleks antenni ja taagi vahel nimetatud aineid.

Insenerid on püüdnud metallide raadiolaineid peegeldavaid omadusi omakorda ära kasutada. Metallide jaoks spetsiaalselt valmistatud taagidelt on võimalik lugeda infot isegi rohkem kui 10 m kauguselt.

RFID-tehnika kasutuselevõtmisel nähakse kolme peamist riski:

- ei ole teada, kuidas õnnestub ühtsete standardite loomine üleilmselt;
- ei ole täielikult selge, millist kasu võib tehnoloogia kasutuselevõtmine tuua ehk milline saab olema vastavate investeeringute tootlikkus;
- laiaulatuslik tehnoloogia omaksvõtmine võib võtta rohkem aega kui arvatakse.

Põhiküsimus on, kas tehnoloogia suudab tarneahelates rakendades pakkuda piisavalt majanduslikku kasu korvamaks selle kasutuselevõtmise kulusid. Kas suudetakse pakkuda kasu igale tarnijale? Kui pikk on tasuvusperiood jne?